

**ANALISIS RISIKO *SUPPLY CHAIN* PADA PT KASIN MALANG DENGAN
MENGUNAKAN METODE *FUZZY ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (FUZZY-
AHP)***

***SUPPLY CHAIN RISK ANALYSIS ON PT KASIN MALANG USING FUZZY
ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (FUZZY AHP)***

Yuli Kartika Sari¹⁾, Purnomo Budi Santoso²⁾, Ratih Ardia Sari³⁾

Jurusan Teknik Industri, Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167, Malang, 65145, Indonesia

E-mail: yuli.kartikasa@yahoo.com¹⁾, budiakademika@yahoo.com²⁾, rath.ardia@ub.ac.id³⁾

Abstrak

Supply Chain memiliki peranan yang sangat penting bagi perusahaan, sehingga pengelolaan *supply chain* yang baik akan memberikan banyak manfaat. Banyaknya peranan dan manfaat pada *supply chain* tidak terlepas dari berbagai risiko yang terjadi sehingga penanganan risiko yang baik dan cepat sangat diperlukan. Risiko *supply chain* meliputi risiko *supply*, risiko *demand*, risiko *operational* dan risiko *environmental*. PT Kasin merupakan perusahaan penyamakan kulit yang mengolah kulit mentah menjadi kulit dimana pada penelitian awal diketahui bahwa adanya risiko *demand* yang timbul yaitu kehabisan stock (*stockout*) dan pada *environmental* yaitu limbah. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP)* dan *Fault Tree Analysis (FTA)* kemudian memberi rekomendasi perbaikan. Berdasarkan perhitungan pada *FAHP* diketahui bahwa jenis risiko dengan bobot tertinggi adalah revisi pesanan pembelian 0.168, target produksi tidak tercapai 0.156, serta kualitas pelayanan dan pengiriman 0.124. Kemudian berdasarkan hasil perhitungan probabilitas kegagalan pada *FTA* diketahui bahwa revisi pesanan pembelian dengan penyebab kegagalan mesin dan pekerja, pada target produksi tidak tercapai adalah mesin, bahan baku terlambat karena *supplier* serta pekerja, sedangkan untuk penyebab kegagalan pada kualitas pelayanan dan pengiriman adalah unit *return* dan telat diantar pada konsumen. Usulan rekomendasi untuk penyebab kegagalan mesin adalah dengan melakukan perawatan mesin yang rutin, pada pekerja dengan melakukan pelatihan dan monitoring, sedangkan untuk bahan baku terlambat karena *supplier* adalah dengan memberikan ketegasan dan pendesakan agar *supplier* dapat memenuhi pesanan secara tepat waktu.

Kata Kunci: *Supply Chain Management, Risiko Supply Chain, Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP), Fault Tree Analysis (FTA).*

1. Pendahuluan

Menurut Pujawan (2005:7) *supply chain management* adalah suatu metode, alat, atau pendekatan untuk mengelola jaringan pada perusahaan (*supplier*, pabrik, distributor, toko, atau ritel, serta perusahaan pendukung seperti penyedia jasa logistik) yang secara bersama-sama bekerja untuk menciptakan dan mengantarkan suatu produk ke tangan konsumen. Manfaat *supply chain management* pada suatu perusahaan sangat penting antara lain untuk kepuasan pelanggan, meningkatkan pendapatan, menurunkan biaya, dan membuat perusahaan semakin kuat. Dari berbagai manfaat di atas dapat dibayangkan berbagai keuntungan apabila perusahaan mengelola *supply chain* dengan baik. Oleh karena itu pengelolaan *supply chain* yang baik sangat diperlukan dalam suatu perusahaan. Dalam

kehidupan sehari-hari kita sering mendengar kata “risiko” karena setiap kegiatan tidak pernah terlepas dari risiko, pada kegiatan *supply chain* juga tidak terlepas dari berbagai risiko. Menurut Trieschman dan Gustavson (1979) dalam Suwandi (2010:21) risiko adalah ketidakpastian yang berkenaan dengan kerugian dan merupakan sebuah masalah dalam bisnis dan individual dalam setiap segi kehidupan. Penanganan risiko yang ada pada SCM biasanya disebut dengan *supply chain risk management (SCRM)*. Menurut Zsidisin et al (2004:397) *supply chain risk management* merupakan suatu kejadian potensial dari kecelakaan atau kegagalan untuk menangkap peluang dari *inbound supply* yang akan berakibat pada kehilangan atau berkurangnya pendapatan pada sektor keuangan. Menurut Christopher and Peck (2004); Manuj and

Mantzer (2008) dan Tang (2006) yang ada pada jurnal risiko *supply chain* karya Sofyalioglu and Kartal (2012:2) risiko pada *global supply chain* meliputi risiko *supply*, risiko *demand*, risiko *operational*, dan risiko *environmental*.

PT Kasin Malang merupakan salah satu usaha yang bergerak di bidang penyamakan kulit tertua di Malang. Dimana sistem yang digunakan pada PT Kasin adalah *make to order* dimana perusahaan akan membuat barang apabila ada pesanan. Produk yang dihasilkan dari PT Kasin adalah kulit *box* dan kulit sol. Kulit *box* setiap tahunnya memiliki jumlah permintaan yang berubah-ubah dan mengalami fluktuasi. Berikut tabel data permintaan kulit *box* mulai tahun 2005-2012. Dengan adanya permintaan yang berfluktuasi menyebabkan adanya risiko yang timbul yaitu kehabisan *stock* (*stockout*) hal ini dikarenakan ketika jumlah permintaannya melonjak. Pada Tabel 1 berikut ini merupakan data permintaan dan data *stockout* pada PT Kasin Malang.

Tabel 1 Data *Stockout* Periode Tahun

Tahun	Penjualan (kaki)	Data <i>Stockout</i>
2005	143.435	295
2006	159.025	376
2007	99.581	520
2008	233.463	411
2009	116.156	624
2010	160.451	296
2011	175.627	906
2012	192.482	380

(Sumber: PT. Kasin Malang)

Dari data permintaan di atas dapat disimpulkan bahwa adanya risiko yang timbul pada risiko *demand*. Risiko yang timbul adalah potensi kehabisan stok (*stockout*) ketika jumlah permintaan melonjak dan kelebihan stok ketika permintaan menurun akibatnya konsumen bisa lari ke perusahaan lain. Selain itu salah satu contoh dari risiko *environmental* adalah adanya limbah yang dihasilkan oleh perusahaan. Pada PT Kasin Malang penanganan limbah yang dilakukan masih belum maksimal, hal ini terbukti dengan adanya komplain dari berbagai pihak mengenai limbah yang mencemari pemukiman penduduk. Dari contoh berbagai macam risiko di atas maka dapat diketahui adanya risiko yang muncul. Dikarenakan hal tersebut, perlu adanya analisis risiko pada *supply chain* PT Kasin Malang sehingga dapat meningkatkan keuntungan bagi perusahaan dan menjadi perusahaan kulit yang berkualitas

sehingga dapat bersaing dengan perusahaan lain.

Menurut *Department of State and Regional Development, New South Wales (NSW)* (2005:21) kerangka kerja pada SCRM dapat dilakukan dengan lima tahap yaitu menentukan tujuan, identifikasi risiko, analisis risiko, evaluasi risiko dan tindakan terhadap risiko. Manfaat dari SCRM yaitu untuk dapat mengidentifikasi dan menilai gangguan *supply chain* serta dapat mengurangi dampak negatif dari kinerja *supply chain*. Pada penelitian ini, tahap pertama adalah penentuan tujuan yaitu untuk mengetahui risiko yang ada pada *supply chain* di PT Kasin kemudian dilakukan tahap identifikasi risiko yang ada pada *supply chain* dengan cara wawancara, *brainstorming* dan memberikan kuesioner kepada pihak *expert* yang ada pada PT Kasin. Setelah itu tahap analisis risiko dilakukan perhitungan sehingga diperoleh risiko tertinggi pada *supply chain*. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan *Fuzzy Analytic Hierarchy Process* (FAHP). FAHP merupakan integrasi antara AHP dan *Fuzzy Synthetic Evaluation* (FSE). FAHP digunakan karena ketidakmampuan AHP untuk mengkoordinir faktor ketidaktepatan (*imprecision*) dan subjektivitas pada proses *pairwise comparison* atau perbandingan berpasangan untuk setiap kriteria dan alternatif. Oleh karena itu digunakan rasio *fuzzy* yang terdiri dari tiga nilai yaitu nilai tertinggi (nilai atas), nilai rata-rata (nilai tengah) dan nilai terendah (nilai bawah). Rasio *fuzzy* yang terdiri dari tiga nilai keanggotaan biasanya disebut *triangular fuzzy number* (TFN). Tujuan FAHP adalah untuk mengetahui nilai tertinggi sebagai faktor yang paling berpengaruh dari penyebab risiko pada *supply chain* yang meliputi risiko *supply*, risiko *demand*, risiko *operational* dan risiko *environmental*. Selanjutnya tahap evaluasi risiko dilakukan untuk mengetahui penyebab timbulnya risiko yang terjadi menggunakan *Fault Tree Analysis* (FTA). Menurut Ericson (1999:210) FTA adalah suatu alat untuk menganalisis, dengan tampilan visual (gambar) dan mengevaluasi jalur dari suatu kegagalan pada sistem serta menyediakan suatu mekanisme untuk mengevaluasi tingkatan bahaya pada sistem. FTA akan menghasilkan *quantitative assesment* atau *qualitative assesment* dari probabilitas kejadian yang tidak diinginkan sebagai tahap penilaian risiko yang akan ditangani pada *supply chain*. Setelah tahap penilaian probabilitas yang didapatkan pada

tahap sebelumnya maka akan didapatkan penyebab dari risiko yang muncul sehingga dapat memberikan saran dan rekomendasi dari permasalahan yang ada.

Dengan penelitian ini maka diharapkan dapat memberikan saran dan rekomendasi pada perusahaan dalam pengelolaan dan penyelesaian risiko yang terjadi serta dapat membantu perusahaan untuk menghadapi risiko yang timbul pada *supply chain*. Sehingga dengan saran dan rekomendasi yang diusulkan diharapkan PT Kasin dapat bersaing dengan perusahaan penyamakan kulit yang lain yang ada di Indonesia.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian ini merupakan penelitian deskriptif yang membutuhkan langkah-langkah sistematis sebagai berikut:

1. Studi Lapangan dan Studi Literatur

Studi lapangan ini diawali dengan melakukan observasi ke bagian yang terkait secara langsung dan menanyakan pertanyaan-pertanyaan secara langsung kepada pihak *expert* yaitu Kepala Bagian Umum dan Direktur Utama. Dengan melakukan studi lapangan, maka dapat ditelaah lebih lanjut kemungkinan-kemungkinan permasalahan yang mungkin terjadi dengan kondisi pabrik saat ini. Untuk mendukung dalam pengidentifikasian permasalahan secara lebih akurat maka dilakukan studi literatur agar dapat lebih memahami permasalahan yang didapatkan pada perusahaan.

2. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah pada penelitian ini meliputi: adanya beberapa risiko yang timbul pada *supply chain* yang ada di PT Kasin Malang selain itu saat ini pada perusahaan perlu dilakukan analisis risiko pada *supply chain* untuk dapat mengurangi dampak dari timbulnya risiko.

3. Rumusan Masalah

Setelah melakukan tahap identifikasi, maka permasalahan mulai dapat dirumuskan dan ditentukan secara lebih terperinci. Adapun yang menjadi fokus permasalahan pada penelitian ini adalah masalah mengenai risiko-risiko yang dapat menyebabkan *supply chain* PT Kasin tidak dapat berjalan secara optimal.

4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini meliputi: mengidentifikasi macam-macam risiko dan

penyebab timbulnya risiko pada kegiatan *supply chain* yang ada di PT Kasin Malang, melakukan perhitungan *fuzzy analytic hierarchy process* untuk menentukan nilai terbesar pada risiko yang ada serta menentukan strategi/tindakan yang tepat dari risiko yang memiliki nilai terbesar.

5. Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini didapatkan dengan cara melakukan observasi dan *brainstorming* kepada pihak terkait serta menggunakan data historis dari PT Kasin Malang. Data yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

- a. Profil perusahaan PT Kasin Malang
- b. Struktur organisasi pada PT Kasin Malang
- c. Produk dari PT Kasin Malang
- d. Data permintaan

6. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan langkah sebagai berikut:

- a. Perhitungan dengan *Fuzzy Analytic Hierarchy Process* (FAHP) yang meliputi:

- 1) Identifikasi risiko *supply*
- 2) Identifikasi risiko *demand*
- 3) Identifikasi risiko *operational*
- 4) Identifikasi risiko *environmental*

- 5) Melakukan perhitungan bobot menggunakan FAHP pada risiko dan jenis-jenis risiko yang telah diidentifikasi.

- b. Perhitungan *Fault Tree Analysis* (FTA)

Pada perhitungan FTA dilakukan pengidentifikasian penyebab terjadinya kegagalan serta menghitung nilai probabilitas terjadinya kegagalan pada jenis risiko terbesar yang memiliki bobot tertinggi yang telah didapatkan pada perhitungan FAHP.

- c. *Risk Strategy*

Pada tahap *risk strategy* ini adalah memberikan saran serta rekomendasi perbaikan pada penyebab kegagalan yang ada pada risiko *supply chain*.

7. Pembahasan

Berisi pembahasan mengenai risiko kritis beserta rekomendasi yang dapat dilakukan oleh perusahaan untuk mengelola risiko yang ada.

8. Kesimpulan dan Saran

Berisi kesimpulan dan saran dari penelitian yang telah dilaksanakan pada PT Kasin Malang.

3. Hasil dan Pembahasan

Pada tahap ini akan dibahas mengenai hasil pengolahan data yang dilakukan dan rekomendasi yang diberikan untuk perusahaan.

3.1 Identifikasi Risiko dan Jenis Risiko

Pada tahap ini dilakukan penjabaran tentang risiko dan jenis risiko yang terjadi pada perusahaan. Penjabaran risiko tersebut berdasarkan pada risiko *supply chain* yang meliputi risiko *supply*, risiko *demand*, risiko *operational* dan risiko *environmental*. Dimana pada identifikasi risiko dan jenis risiko yaitu untuk risiko dijadikan sebagai kriteria sedangkan pada jenis risiko sebagai subkriteria yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Data Kriteria dan Subkriteria

No	Kriteria	Subkriteria
1	Supply	Kualitas Bahan Baku
		Keterlambatan Bahan Baku
		Kesalahan item yang dikirim oleh <i>supplier</i>
		Ketersediaan Bahan Baku
		Harga Bahan Baku yang Tinggi
2	Demand	<i>Reject</i> Produk yang Tinggi
		Target Produksi tidak Tercapai
		Permintaan yang Bervariasi
		Ketidakstabilan Permintaan Konsumen
3	Operational	Permintaan yang Berlebihan
		Revisi Pesanan
		Tingginya Biaya Transportasi
		Kualitas Pelayanan dan Pengiriman
		Perubahan Teknologi
		Sumberdaya Manusia
4	Environmental	Hukum dan Regulasi Pemerintah
		Bencana Alam
		Ekonomi dan Inflasi
		Limbah

3.2 Perhitungan Nilai Konsistensi FAHP

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah dilakukan pada tahap selanjutnya maka diketahui terdapat 4 kriteria dan 19 subkriteria yaitu pada kriteria *supply* (K1) sebanyak 5 meliputi kualitas bahan baku (S1), keterlambatan bahan baku (S2), kesalahan item yang dikirim oleh *supplier* (S3), ketersediaan bahan baku (S4), dan harga bahan baku yang tinggi (S5). Kriteria *demand* (K2) sebanyak 4 meliputi *reject* produk yang tinggi (S6), target produksi tidak tercapai (S7), permintaan yang bervariasi (S8), dan ketidakstabilan permintaan konsumen (S9). Kriteria *operational* (K3) sebanyak 6 meliputi permintaan yang berlebihan (S10), revisi pesanan (S11), tingginya biaya transportasi (S12), kualitas pelayanan dan pengiriman (S13), perubahan teknologi (S14) dan sumberdaya manusia

(S15). Sedangkan pada kriteria *environmental* (K4) sebanyak 4 meliputi hukum dan regulasi pemerintah (S16), bencana alam (S17), ekonomi dan inflasi (S18) serta limbah (S19). Sebelum mencari nilai konsistensi pada kriteria utama maka melakukan perhitungan *geometric mean* karena jumlah responden yang diambil lebih dari satu. Tabel 3 berikut ini merupakan rekapan kuesioner dari kedua responden untuk kriteria utama:

Tabel 3 Rekapan Kuesioner pada Kriteria Utama

Variabel	Responden		Variabel
	R1	R2	
	0,6	0,4	
Supply (K1)	1/3	1/3	Demand (K2)
Supply (K1)	1/4	1/3	Operational (K3)
Supply (K1)	2	1	Environmental (K4)
Demand (K2)	1/2	½	Operational (K3)
Demand (K2)	2	2	Environmental (K4)
Operational (K3)	2	3	Environmental (K4)

Setelah diketahui hasil kuesioner pada kedua responden maka dilakukan perhitungan *geometric mean* pada FAHP yaitu sebagai berikut:

1. Tabel 4 adalah mengubah menjadi bilangan *fuzzy* pada masing-masing penilaian responden

Tabel 4 Bilangan Fuzzy pada Penilaian Responden

	Responden 1 (0,6)			Responden 2 (0,4)			
	L	M	U	L	M	u	
K1	0.250	0.333	0.500	0.250	0.333	0.500	K2
K1	0.200	0.250	0.333	0.250	0.333	0.500	K3
K1	1.000	2.000	3.000	1.000	1.000	1.000	K4
K2	0.333	0.500	1.000	0.333	0.500	1.000	K3
K2	1.000	2.000	3.000	1.000	2.000	3.000	K4
K3	1.000	2.000	3.000	2.000	3.000	4.000	K4

2. Pada Tabel 5 berikut ini merupakan perhitungan *Geometric mean* dengan merata-rata pendapat pihak *expert* dari kedua responden.

Tabel 5 Rata-rata *Geometric Mean*

	Rata-rata				Defuzzifikasi
	l	M	u		
K1	0.250	0.333	0.500	K2	0.361
K1	0.219	0.280	0.392	K3	0.297
K1	1.000	1.516	1.933	K4	1.483
K2	0.333	0.500	1.000	K3	0.611
K2	1.000	2.000	3.000	K4	2.000
K3	1.320	2.352	3.366	K4	2.346

Setelah mengetahui nilai *geometric mean* maka dilakukan perhitungan konsistensi pada kriteria utama dimana hasil perhitungan akan dianggap konsisten apabila nilai $CR \leq 0.1$ atau 10% jika tidak maka akan dilakukan verifikasi data. Berikut ini merupakan langkah-langkah dari contoh perhitungan konsistensi pada kriteria utama:

1. Tahap pertama yang dilakukan dalam mencari nilai konsistensi adalah dengan merubah kuesioner menjadi matrik yang dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Merubah Kuesioner Menjadi Matrik

	K1	K2	K3	K4
K1	1.000	0.361	0.297	1.483
K2	1/0.361	1.000	0.611	2.000
K3	1/0.297	1/0.611	1.000	2.346
K4	1/1.483	1/2.000	1/2.346	1.000

2. Normalisasi

- a. Pada tahap normalisasi ini pertama kali yang harus dilakukan adalah dengan melakukan penjumlahan pada setiap kolom yang dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Hasil Penjumlahan pada Setiap Kolom

	K1	K2	K3	K4
K1	1.000	0.361	0.297	1.483
K2	2.770	1.000	0.611	2.000
K3	3.367	1.637	1.000	2.346
K4	0.674	0.500	0.426	1.000
Total	7.811	3.498	2.334	6.829

- b. Untuk tahap normalisasi selanjutnya adalah dengan cara melakukan pembagian setiap komponen dengan jumlah total di atas yang dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8 Pembagian Setiap Komponen dengan Jumlah Total

	K1	K2	K3	K4
K1	0.128	0.103	0.127	0.217
K2	0.355	0.286	0.262	0.293
K3	0.431	0.468	0.428	0.344
K4	0.086	0.143	0.183	0.146
Total	1.000	1.000	1.000	1.000

3. Setelah melakukan tahap normalisasi maka tahap selanjutnya yang harus dilakukan adalah dengan menentukan vektor bobot pada masing-masing kriteria seperti yang ada pada Tabel 9.

Tabel 9 Vektor Bobot

	K1	K2	K3	K4	Total	Vektor bobot
K1	0.128	0.103	0.127	0.217	0.576	0.144
K2	0.355	0.286	0.262	0.293	1.195	0.299
K3	0.431	0.468	0.428	0.344	1.671	0.418
K4	0.086	0.143	0.183	0.146	0.558	0.140
Total	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000

4. Konsistensi

- a. Tahap yang dilakukan selanjutnya adalah menentukan nilai *lamda max* yang telah disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10 Nilai *Lamda Max*

	K1	K2	K3	K4	X	VB	Hasil Kali
K1	1.000	0.361	0.297	1.483		0.144	0.583
K2	2.770	1.000	0.611	2.000		0.299	1.232
K3	3.367	1.637	1.000	2.346		0.418	1.719
K4	0.674	0.500	0.426	1.000		0.140	0.564

Hasil Kali	VB	Hasil Bagi	Lamda Maximal
0.583	0.144	4.050	4.082
1.232	0.299	4.123	
1.719	0.418	4.114	
0.564	0.140	4.041	

- b. Menentukan nilai CI (*Consistency Index*)

$$CI = \frac{\lambda - \text{jumlah kriteria}}{\text{jumlah kriteria} - 1} \quad (\text{Pers. 1})$$

$$\frac{\lambda - \text{jumlah kriteria}}{\text{jumlah kriteria} - 1} = \frac{4.082 - 4}{4 - 1} = 0.027$$

- c. Menentukan nilai CR (*Consistency Ratio*)

$$CR = \frac{CI}{CR} \quad (\text{Pers. 2})$$

$$CR = \frac{CI}{CR} = \frac{0.027}{0.90}$$

3.3 Pembobotan dengan FAHP

Berikut ini merupakan langkah-langkah pada perhitungan bobot dengan menggunakan metode FAHP:

1. Dalam pembobotan pada FAHP langkah pertama yang harus dilakukan adalah membuat matriks perbandingan berpasangan *fuzzy* seperti pada Tabel 12 yang didapatkan pada perbandingan *fuzzy* dimana terdapat nilai l (*lower*), m (*medium*) dan u (*upper*) dengan cara yang sama dihitung pada masing-masing kriteria utama seperti pada Tabel 11.

Tabel 11 Perbandingan Berpasangan *Fuzzy*

	Rata-rata			
	l	m	u	
K1	0.044	0.333	0.500	K2
K1	0.038	0.280	0.392	K3
K1	0.400	1.516	1.933	K4
K2	0.069	0.500	1.000	K3
K2	0.400	2.000	3.000	K4
K3	0.800	2.352	3.366	K4

Tabel 12 Matriks Perbandingan Berpasangan *Fuzzy*

	K1	K2	K3	K4
K1	(1.000 , 1.000 , 1.000)	(0.250 , 0.333 , 0.500)	(0.219 , 0.280 , 0.392)	(1.000 , 1.516 , 1.933)
K2	(2.000 , 3.000 , 4.000)	(1.000 , 1.000 , 1.000)	(0.333 , 0.500 , 1.000)	(1.000 , 2.000 , 3.000)
K3	(2.551 , 3.571 , 4.566)	(1.000 , 2.000 , 3.000)	(1.000 , 1.000 , 1.000)	(1.320 , 2.352 , 3.366)
K4	(0.517 , 0.660 , 1.000)	(0.333 , 0.500 , 1.000)	(0.297 , 0.425 , 0.758)	(1.000 , 1.000 , 1.000)

2. Menghitung nilai $\sum_{j=1}^m M_{gi}^1$, $j=1mlj$, $j=1mmj$, $j=1muj$ dengan operasi penjumlahan pada tiap-tiap bilangan *triangular fuzzy* dalam setiap baris seperti pada Tabel 13.

Tabel 13 Penjumlahan Matriks Perbandingan Bilangan *Fuzzy*

L	m	u
2.469	3.129	3.825
4.333	6.500	9.000
5.871	8.923	11.932
2.147	2.585	3.758

3. Menghitung nilai $[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j]$ dengan operasi penjumlahan keseluruhan bilangan *triangular fuzzy* dalam matriks perbandingan berpasangan seperti pada Tabel 14.

Tabel 14 Penjumlahan Keseluruhan Bilangan *Fuzzy*

L	m	u
14.820	21.137	28.515

4. Tahap selanjutnya adalah dengan menghitung nilai *fuzzy synthetic extent* yang dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15 Perhitungan *Fuzzy Synthetic Extent*

K	l	M	u
K1	0.087	0.148	0.258
K2	0.152	0.308	0.607
K3	0.206	0.422	0.805
K4	0.075	0.122	0.254

5. Selanjutnya adalah melakukan perbandingan perbandingan tingkat kemungkinan antar *fuzzy synthetic extent* dengan nilai minimumnya seperti yang ditampilkan pada Tabel 16.

Tabel 16 Nilai Tingkat Kemungkinan *Fuzzy*

K	K1≥	K2≥	K3≥	K4≥
K1		1	1	0.866
K2	0.400		1	0.582
K3	0.160	0.778		0.137
K4	1	1	1	
Minimum	0.160	0.778	1	0.137

6. Tahap terakhir yang dilakukan dalam melakukan pembobotan FAHP adalah dengan melakukan perhitungan bobot dan normalisasi vektor bobot sehingga diketahui nilai bobot pada masing-masing kriteria utama seperti pada Tabel 17 setelah itu melakukan normalisasi pada masing-masing vektor bobot seperti pada Tabel 18.

- a. Vektor bobot antar kriteria utama

Tabel 17 Vektor Bobot Antar Kriteria Utama

	d(K1)	d(K2)	d(K3)	d(K4)	Total
W	0.160	0.778	1	0.137	2.075

- b. Normalisasi vektor bobot antar kriteria utama

Tabel 18 Normalisasi Vektor Bobot

	d(K1)	d(K2)	d(K3)	d(K4)
W	0.077	0.375	0.482	0.066

Berikut ini merupakan hasil perhitungan dari keseluruhan yaitu pada kriteria ataupun subkriteria:

1. *Fuzzy AHP* untuk kriteria utama

Kriteria utama terdiri dari 4 kriteria yaitu kriteria *supply* (K1), kriteria *demand* (K2), kriteria *operational* (K3) dan kriteria *environmental* (K4). Dari hasil uji konsistensi menunjukkan bahwa pada kriteria utama ini konsisten yaitu dengan nilai 0.030 atau 3%. bobot prioritas pada kriteria utama yaitu kriteria *supply* (K1) 0.077, kriteria *demand* (K2) 0.375, kriteria *operational* (K3) 0.482 dan kriteria *environmental* (K4) 0.066.

2. *Fuzzy AHP* antar subkriteria dalam kriteria *supply*

Kriteria *supply* (K1) sebanyak 5 meliputi kualitas bahan baku (S1), keterlambatan

bahan baku (S2), kesalahan item yang dikirim oleh *supplier* (S3), ketersediaan bahan baku (S4), dan harga bahan baku yang tinggi (S5). Dari hasil uji konsistensi menunjukkan bahwa kriteria *supply* ini konsisten dengan nilai 0.055 atau 5.5%. bobot prioritas pada kriteria *supply* yaitu kualitas bahan baku (S1) 0.261, keterlambatan bahan baku (S2) 0.251, kesalahan item yang dikirim oleh *supplier* (S3) 0.137, ketersediaan bahan baku (S4) 0.294, dan harga bahan baku yang tinggi (S5) 0.058.

3. Fuzzy AHP antar subkriteria dalam kriteria *demand*

Kriteria *demand* (K2) sebanyak 4 meliputi *reject* produk yang tinggi (S6), target produksi tidak tercapai (S7), permintaan yang bervariasi (S8), dan ketidakstabilan permintaan konsumen (S9). Dari uji hasil konsistensi menunjukkan bahwa kriteria *demand* ini konsisten dengan nilai 0.026 atau 2.6%. Bobot prioritas pada kriteria *demand* yaitu *reject* produk yang tinggi (S6) 0.311, target produksi tidak tercapai (S7) 0.415, permintaan yang bervariasi (S8) 0.184, dan ketidakstabilan permintaan konsumen (S9) 0.090.

4. Fuzzy AHP antar subkriteria dalam kriteria *operational*

Kriteria *operational* (K3) sebanyak 6 meliputi permintaan yang berlebihan (S10), revisi pesanan (S11), tingginya biaya transportasi (S12), kualitas pelayanan dan pengiriman (S13), perubahan teknologi (S14) dan sumberdaya manusia (S15). Dari hasil uji konsistensi menunjukkan bahwa kriteria *operational* ini adalah konsisten dengan nilai 0.053 atau 5.3%. Bobot prioritas pada kriteria *operational* yaitu permintaan yang berlebihan (S10) sebesar 0.144, revisi pesanan (S11) sebesar 0.348, tingginya biaya transportasi (S12) sebesar 0.068, kualitas pelayanan dan pengiriman (S13) sebesar 0.257, perubahan teknologi (S14) sebesar 0.000 dan sumberdaya manusia (S15) sebesar 0.183.

5. Fuzzy AHP antar subkriteria dalam kriteria *environmental*

Kriteria *environmental* (K4) sebanyak 4 meliputi hukum dan regulasi pemerintah (S16), bencana alam (S17), ekonomi dan inflasi (S18) serta limbah (S19). Dari hasil uji konsistensi menunjukkan bahwa kriteria *environmental* ini konsisten adalah dengan

nilai 0.026 atau 2.6%. Bobot prioritas pada kriteria *environmental* yaitu hukum dan regulasi pemerintah (S16) sebesar 0.017, bencana alam (S17) sebesar 0.000, ekonomi dan inflasi (S18) sebesar 0.233 serta limbah sebesar (S19) 0.750.

Tabel 19 Rekapitulasi Perhitungan

Kriteria	Bobot kriteria	Subkriteria	Bobot Subkriteria	Bobot Global	Rank
K1	0.077	S1	0.261	0.020	12
		S2	0.251	0.019	13
		S3	0.137	0.011	15
		S4	0.294	0.023	11
		S5	0.058	0.004	16
K2	0.375	S6	0.311	0.117	4
		S7	0.415	0.156	2
		S8	0.184	0.069	6
		S9	0.090	0.034	8
K3	0.482	S10	0.144	0.069	6
		S11	0.348	0.168	1
		S12	0.068	0.033	9
		S13	0.257	0.124	3
		S14	0.000	0.000	17
K4	0.066	S15	0.183	0.088	5
		S16	0.017	0.001	16
		S17	0.000	0.000	17
		S18	0.233	0.015	13
		S19	0.750	0.050	7

3.4 Analisis pada FTA

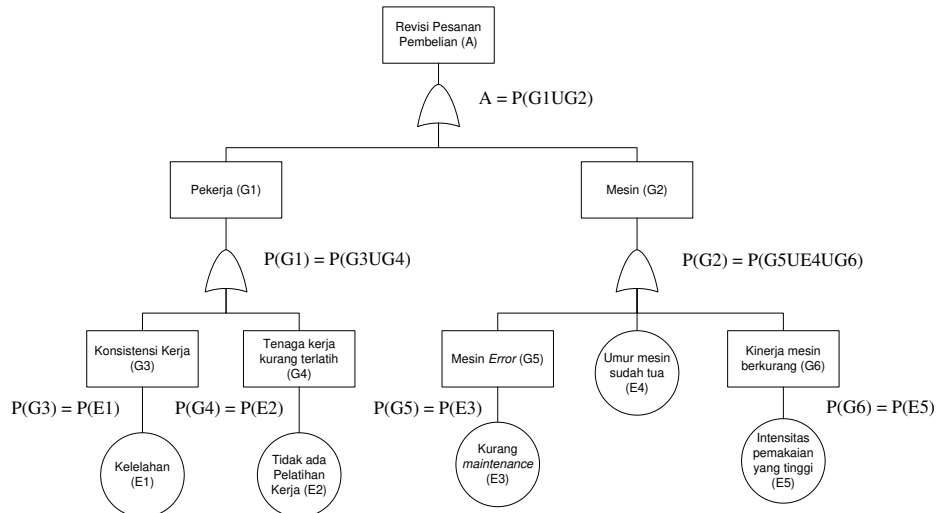
Analisis pada FTA hanya dilakukan pada subkriteria yang memiliki bobot global tertinggi. Berikut ini merupakan masing masing gambar FTA pada masing-masing subkriteria dengan nilai tertinggi.

Gambar 1 merupakan FTA indikator risiko revisi pesanan pembelian yang menggambarkan tentang penyebab kegagalan pada risiko revisi pesanan pembelian kemudian dilanjutkan pada Tabel 20 diketahui bahwa pada risiko revisi pesanan pembelian disebabkan oleh 2 kejadian utama yang masing-masing disebabkan oleh *basic event* yang berbeda. Diketahui terdapat 5 *basic event* Diketahui terdapat 5 *basic event* yang menyebabkan adanya risiko pada revisi pesanan pembelian.

Analisis FTA selanjutnya adalah Gambar 2 yaitu FTA indikator risiko target produksi tidak tercapai yang berisi tentang penyebab kegagalan pada risiko target produksi tidak tercapai kemudian Tabel 21 diketahui bahwa risiko target produksi tidak tercapai disebabkan oleh 2 kejadian utama yang masing-masing disebabkan oleh *basic event* yang berbeda. Diketahui ada 8 *basic event* yang menyebabkan risiko target produksi tidak tercapai.

Gambar 3 merupakan FTA indikator kualitas pelayanan dan pengiriman yang menggambarkan tentang penyebab kegagalan pada risiko kualitas pelayanan dan pengiriman kemudian dilanjutkan dengan Tabel 22 yang diketahui bahwa pada risiko kualitas pelayanan

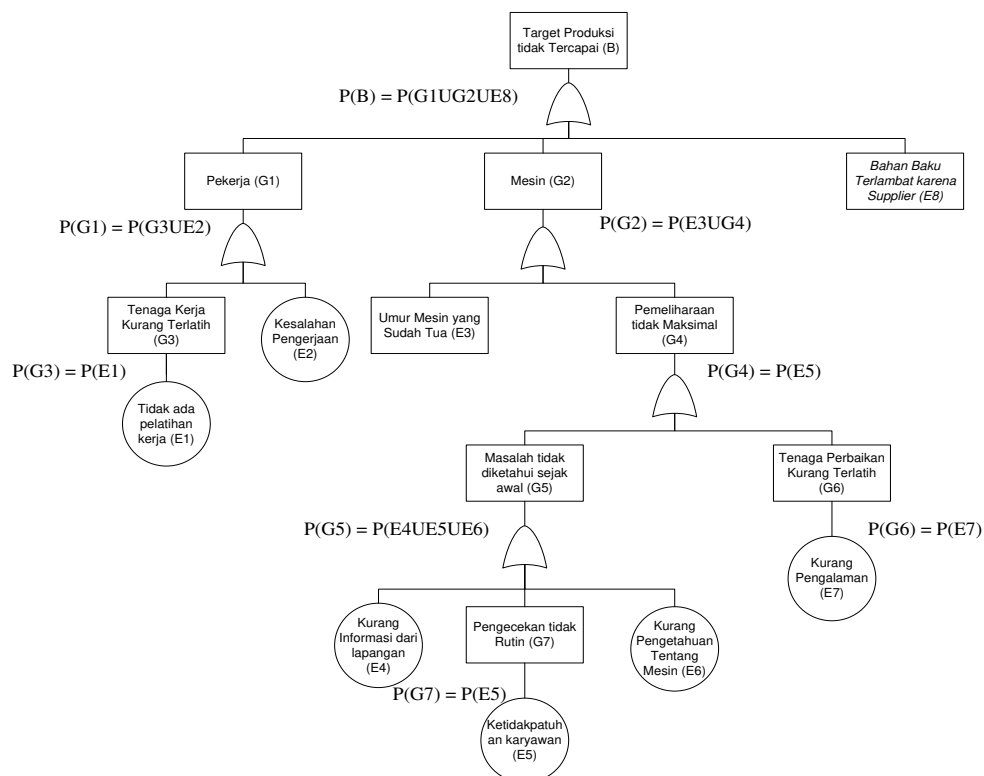
dan pengiriman disebabkan oleh 2 kejadian utama yang masing-masing disebabkan oleh *basic event* yang berbeda. Diketahui terdapat 6 *basic event* yang menyebabkan risiko pada kualitas pelayanan dan pengiriman.



Gambar 1 Fault Tree Analysis Risiko Revisi Pesanan Pembelian

Tabel 20 Cut Set Pada Risiko Rivisi Pesanan Pembelian

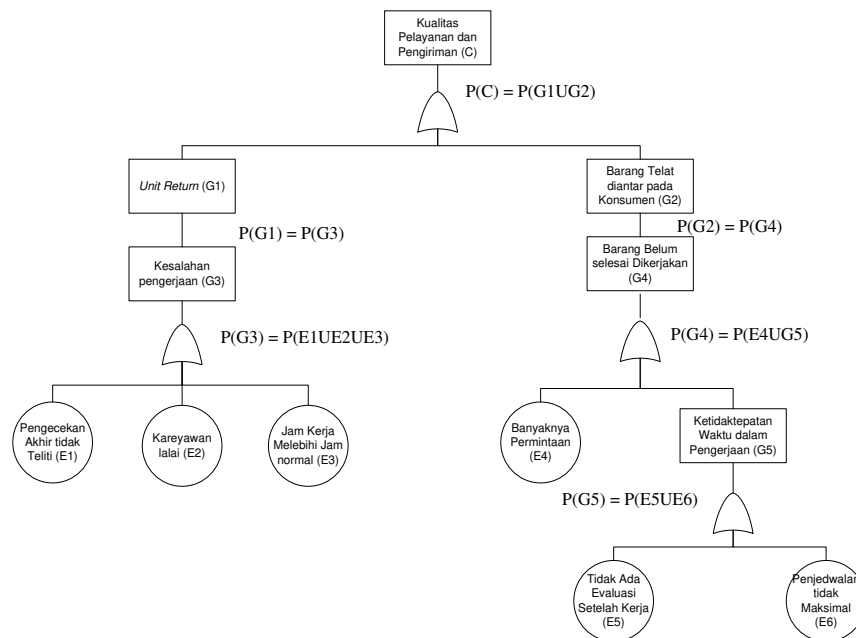
Top Event	Event ke-1	Event ke-2	Basic Event
Revisi pesanan pembelian (A)	(G1) Pekerja	(G3) Konsistensi kerja	(E1) Kelelahan
		(G4) Tenaga kerja kurang terlatih	(E2) Tidak ada pelatihan kerja
		(G5) Mesin error	(E3) Kurang maintenance
	(G2) Mesin	-	(E4) Umur mesin sudah tua
		(G6) Kinerja mesin berkurang	(E5) Intensitas pemakaian yang tinggi



Gambar 2 Fault Tree Analysis Risiko Target Produksi tidak Tercapai

Tabel 21 Cut Set Pada Risiko Target Produksi tidak Tercapai

Top Event	Event ke-1	Event ke-2	Event ke-3	Event ke-4	Basic Event
Target produksi tidak tercapai	(G1) Pekerja	(G3) Tenaga kerja kurang terlatih	-	-	(E1) Tidak ada pelatihan kerja
		-	-	-	(E2) Kesalahan pengerjaan
	(G2) Mesin	-	-	-	(E3) Umur mesin yang sudah tua
		(G4) Pemeliharaan tidak maksimal	(G5) Masalah tidak diketahui sejak awal	-	(E4) Kurang informasi dari lapangan
				(G7) Pengecekan tidak rutin	(E5) Ketidakpatuhan karyawan
			(G6) tenaga perbaikan kurang terlatih	-	(E6) Kurang pengetahuan tentang mesin
		-	-	-	(E7) Kurang pengalaman
	-	-	-	-	(E8) Bahan baku terlambat karena <i>supplier</i>



Gambar 3 Fault Tree Analysis Risiko Kualitas Pelayanan dan Pengiriman

Tabel 22 Cut Set Pada Risiko Kualitas Pelayanan dan Pengiriman

Top Event	Event ke-1	Event ke-2	Event ke-3	Basic Event
Kualitas pelayanan dan pengiriman	(G1) Unit Return	(G3) Kesalahan pengerjaan	-	(E1) Pengecekan akhir tidak teliti
			-	(E2) Karyawan lalai
			-	(E3) Jam kerja melebihi jam normal
	(G2) Barang telat diantar pada konsumen	(G4) Barang belum selesai dikerjakan	-	(E4) Banyaknya permintaan
			(G5) Ketidaktepatan waktu dalam pengerjaan	(E5) Tidak ada evaluasi setelah kerja
				(E6) Penjadwalan tidak maksimal

3.5 Usulan Mitigasi Setiap Risiko Kritis FTA

Dari beberapa analisis akar penyebab permasalahan di atas diketahui bahwa permasalahan yang paling sering terjadi pada perusahaan adalah pada mesin, pekerja dan *supplier*. Kendala yang ada pada mesin adalah kurangnya perawatan, oleh karena itu pihak perusahaan seharusnya lebih memperhatikan dan mengawasi perawatan mesin yang ada pada

perusahaan agar nantinya permasalahan yang mengenai mesin dapat diatasi dan dapat dihindari. Kendala yang ada pada pekerja adalah mengenai ketidakpatuhan karyawan, kelalaian karyawan, serta kurangnya pelatihan pada pekerja. Oleh karena itu seharusnya untuk pengukuran kinerja dan perbaikan dilakukan secara terus-menerus, serta melakukan pengawasan dengan memberi tanggungjawab pada masing-masing departemen agar dapat

meningkatkan kinerja pada perusahaan selain itu untuk mendapatkan pekerja yang handal seharusnya perusahaan melakukan pelatihan kerja yang maksimal terlebih dahulu agar dapat mengikuti pekerja yang lain. Kendala lain yang ada pada PT Kasin Malang adalah mengenai *supplier* baik itu terjadinya penumpukan pesanan yang dikarenakan oleh *supplier* yang memesan pada bulan-bulan tertentu serta keterlambatan *supplier* dalam mengantarkan bahan baku. Oleh Karena itu cara yang harus dilakukan perusahaan untuk dapat menghindari adanya pesanan yang menumpuk adalah dengan memberikan diskon serta memberikan harga khusus pada *supplier* yang memesan barang 3-4 bulan sebelumnya untuk dapat menghindari adanya pemesanan yang berlebihan pada bulan-bulan tertentu. Selain itu, masalah yang terjadi pada kendala *supplier* adalah keterlambatan *supplier* dalam mengantarkan bahan baku. Untuk dapat menghindari kendala tersebut adalah dengan melakukan kebijakan yaitu melakukan persediaan yang cukup untuk mengantisipasi adanya keterlambatan bahan baku tersebut mengingat pada PT Kasin saat ini tidak ada persediaan bahan baku untuk mengantisipasi adanya keterlambatan bahan baku.

4. Kesimpulan

Dari hasil pengolahan data dan analisis dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Terdapat 19 jenis risiko yang ada pada 4 risiko *supply chain* PT Kasin Malang yaitu pada risiko *supply* (K1) sebanyak 5 meliputi kualitas bahan baku (S1), keterlambatan bahan baku (S2), kesalahan item yang dikirim oleh *supplier* (S3), ketersediaan bahan baku (S4), dan harga bahan baku yang tinggi (S5). Risiko *demand* (K2) sebanyak 4 meliputi *reject* produk yang tinggi (S6), target produksi tidak tercapai (S7), permintaan yang bervariasi (S8), dan ketidakstabilan permintaan konsumen (S9). Risiko *operational* (K3) sebanyak 6 meliputi permintaan yang berlebihan (S10), revisi pesanan (S11), tingginya biaya transportasi (S12), kualitas pelayanan dan pengiriman (S13), perubahan teknologi (S14) dan sumberdaya manusia (S15). Sedangkan pada risiko *environmental* (K4) sebanyak 4 meliputi hukum dan regulasi pemerintah (S16), bencana alam (S17), ekonomi dan inflasi (S18) serta limbah (S19).
2. Bobot pada K1 sebesar 0.077 dengan jenis risiko yang meliputi S1 sebesar 0.261, S2 sebesar 0.251, S3 sebesar 0.137, S4 sebesar 0.294, dan S5 sebesar 0.058. Bobot pada K2 sebesar 0.375 dengan jenis risiko yang meliputi S6 sebesar 0.311, S7 sebesar 0.415, S8 sebesar 0.184, dan S9 sebesar 0.090. Bobot pada K3 sebesar 0.482 dengan jenis risiko yang meliputi S10 sebesar 0.144, S11 sebesar 0.348, S12 sebesar 0.068, S13 sebesar 0.257, S14 sebesar 0.000 dan S15 sebesar 0.183. Sedangkan pada bobot K4 sebesar 0.066 dengan jenis risiko yang meliputi S16 sebesar 0.017, S17 sebesar 0.000, S18 sebesar 0.233 serta S19 sebesar 0.750.
3. Untuk mengetahui nilai kritis yang ada pada jenis risiko *supply chain* yaitu didapatkan bahwa target produksi tidak tercapai sebesar 0.156, revisi pesanan pembelian sebesar 0.168, kualitas pelayanan dan pengiriman sebesar 0.124.
4. Akar penyebab jenis risiko kritis pada PT Kasin Malang meliputi revisi pesanan pembelian, target produksi tidak tercapai, serta kualitas pelayanan dan pengiriman. Dimana pada jenis risiko revisi pesanan pembelian yang disebabkan oleh masalah pekerja dan mesin. Jenis risiko selanjutnya adalah target produksi tidak tercapai yang disebabkan oleh masalah pekerja, mesin dan bahan baku terlambat karena *supplier*. Jenis risiko kritis yang terakhir yaitu kualitas pelayanan dan pengiriman yang disebabkan oleh *unit return* dan telat diantar pada konsumen.
5. Akar penyebab yang ada pada jenis risiko revisi pesanan pembelian yaitu kurang *maintenance*, mesin yang sudah tua, intensitas pemakaian yang tinggi kelelahan serta tidak adanya pelatihan kerja. Rekomendasi yang diberikan untuk permasalahan tersebut adalah dengan melakukan pengecekan dan perawatan mesin dengan memberikan buku kendali untuk dapat mengetahui kondisi mesin setiap minggunya, mengadakan kontrak kerja dengan konsumen untuk dapat mengantisipasi adanya permintaan yang berlebihan, memperhatikan jam kerja karyawan agar kelelahan yang berlebihan tidak terjadi, serta mengadakan pelatihan kerja bagi karyawan baru. Jenis risiko selanjutnya adalah pada target produksi yang tidak tercapai dengan akar permasalahannya

meliputi umur mesin yang sudah tua, kurangnya informasi dari lapangan, ketidakpatuhan karyawan, kurangnya pengetahuan tentang mesin, kurang pengalaman, bahan baku terlambat karena *supplier*, tidak adanya pelatihan kerja serta kesalahan pekerjaan. Rekomendasi perbaikan yang diberikan untuk permasalahan tersebut hampir sama dengan jenis resiko diatas yaitu perawatan mesin secara berkala, mengadakan pelatihan kerja, memberikan tindakan tegas kepada karyawan, serta melakukan persediaan bahan baku untuk mengantisipasi adanya keterlambatan bahan baku. Jenis risiko yang terakhir adalah tentang kualitas pelayanan dan pengiriman dengan akar permasalahannya yang meliputi pengecekan akhir tidak teliti, karyawan lalai, jam kerja melebihi jam normal, banyaknya permintaan, tidak ada evaluasi kerja, serta penjadwalan tidak maksimal. Rekomendasi perbaikan yang diberikan untuk permasalahan tersebut adalah dengan memberikan kartu pengecekan kepada setiap karyawan agar lebih bertanggung jawab, melakukan pengawasan pada masing-masing departemen dan melakukan penjadwalan kerja yang optimal dengan memperhitungkan sumberdaya baik itu manusia dan mesin yang ada pada perusahaan.

Daftar Pustaka

Ericson. C., (1999), *Fault Tree Analysis*, <http://www.fault-tree.net/papers/clemens-event-tree.pdf>. (Diakses tanggal 29 mei 2014)

Pujawan, I. Nyoman, (2005), *Supply Chain Management*, Yogyakarta.

Sofyalioglu and Kartal, (2012), "The Selection of Global Supply Chain Risk Management Strategies By Using Fuzzy Analytical Hierarchy Process A Case From Turkey", *8th International Strategic Management Conference*, Celal Bayar University, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042812045934>. (Diakses tanggal 2 Mei 2014)

Sydney: *Global Risk Alliance and the NSW Department of State and Regional Development*, (2005), Australia.

Trieschman, James S., and Gustavson, Sandra G., (1979), *Risk Management and Insurance*, Australia South-Western College Publ. 2001.

Zsidiisin, G., Ellram, L. M., Carter, J. R., dan Cavinato, J. L., (2004), "An analysis of supply risk assessment techniques", *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 34 No. 5, hal. 397–413, <http://www.emeraldinsight.com/doi/pdfplus/10.1108/09600030410545445>. (Diakses tanggal 25 Juli 2014)